

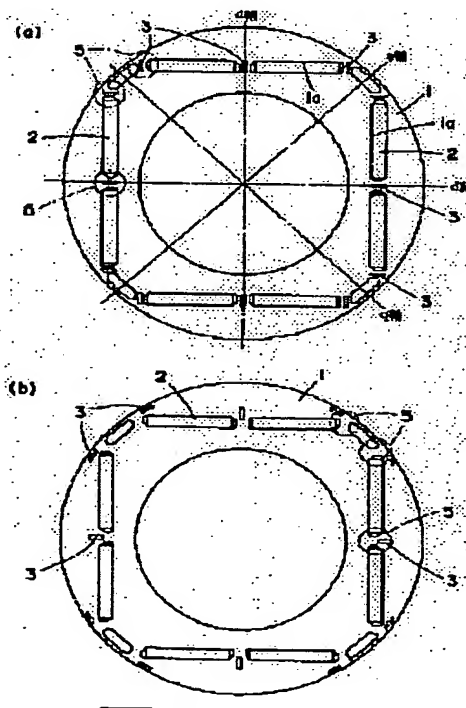
# **ROTOR STRUCTURE OF INTERNAL MAGNETIC MOTOR**

**Patent number:** JP11206051  
**Publication date:** 1999-07-30  
**Inventor:** MIYAMOTO TADAHIRO; SATO AKIHIDE  
**Applicant:** YASKAWA ELECTRIC CORP  
**Classification:**  
 - **International:** H02K1/27; H02K1/30; H02K21/14  
 - **European:**  
**Application number:** JP19980003189 19980109

## **Abstract of JP11206051**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make a reluctance torque large, without lowering the permeability of a q-axis magnetic flux path of rotor core, even under a loading conditions, and to improve motor output while keeping the tightening effect of the rotor core as it is.

**SOLUTION:** In a rotor structure of an internal magnetic motor, in which a field permanent magnet 2 is inserted to a magnet inserting hole 1a formed at the inside of a rotor core 1 which is formed by laminating electromagnetic plates and then caulking them, the position of caulking part 3 of the laminated electromagnetic steel plate is located at an area which does not affect the repulsive operation of armature in the q-axis direction of the rotor. A bridge 5 is provided on the magnetic pole center axis dividing the magnet inserting hole 1a into two sections, and the caulking porting 3 is provided on the bridge 5. As a result, the reduction in the permeability of the upper part of magnet of rotor core can be set to a minute value and the magnetic characteristic (permeability) of this part can be reduced deliberately by providing the caulking portion of the bridge and amount of permanent magnet to be reduced by reducing leakage magnetic flux of magnet.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-206051

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) Int Cl.<sup>4</sup>

H02K 1/27

識別記号

501

F I

H02K 1/27

501K

501A

501M

1/30

1/30

A

21/14

21/14

M

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全4頁)

(21) 出願番号 特願平10-3189

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月9日

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 宮本 恭祐

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 佐藤 明秀

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

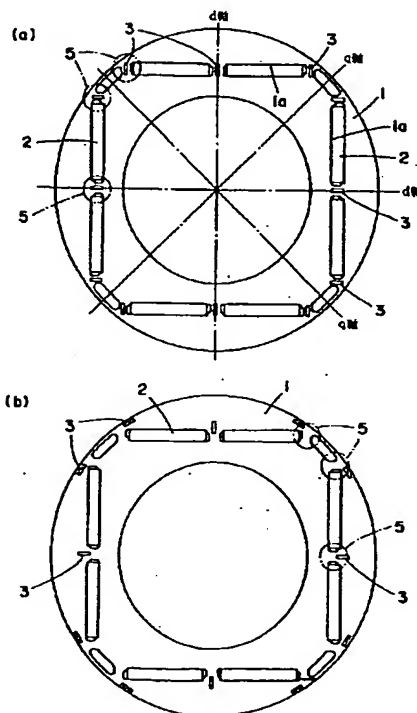
(74) 代理人 弁理士 小堀 益

(54) 【発明の名称】 内磁形モータのロータ構造

(57) 【要約】

【課題】 負荷時においても、ロータコアのq軸磁束磁路の透磁率低下がなく、リラクタンストルクが大きくなり、ロータコアの締結効果はそのまま、モータ出力を向上させる。

【解決手段】 電磁鋼板を積層してかしたロータコア1内部に形成した磁石挿入穴1aに界磁永久磁石2を挿入した内磁形モータのロータ構造において、積層電磁鋼板のカシメ部3の位置をロータのq軸方向の電機子反作用に影響のない場所とした内磁形モータのロータ構造。磁石挿入穴1aを2分する磁極中心軸上にブリッジ部5を設け、このブリッジ部5にカシメ部3を設けることができる。これにより、ロータコアの磁石上部の透磁率の低下を微少にすることができ、ブリッジ部にカシメ部を設けることで、この部分の磁気特性(透磁率)を意図的に低下させ磁石の漏洩磁束を少なくすることで永久磁石投入量を低減できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電磁鋼板を積層してかしたロータコア内部に形成した磁石挿入穴に界磁永久磁石を挿入した内磁形モータのロータ構造において、

積層電磁鋼板のカシメ部の位置をロータのq軸方向の電機子反作用に影響のない場所としたことを特徴とする内磁形モータのロータ構造。

【請求項2】 前記磁石挿入穴を2分する磁極中心軸上にブリッジ部を設け、このブリッジ部に前記カシメ部を設けたことを特徴とする請求項1記載の内磁形モータのロータ構造。

【請求項3】 前記磁石挿入穴の両端にブリッジ部を設け、さらにロータの円周方向への磁束漏洩を防止するための抜き穴を設け、前記カシメ部を前記ブリッジ部と、磁束漏洩防止用抜き穴に接近した位置に設けたことを特徴とする請求項1記載の内磁形モータのロータ構造。

【請求項4】 前記ロータコアの磁石挿入穴下部のヨーク部分で、磁石挿入穴を2分する磁極中心軸上に、カシメ部を設けたことを特徴とする請求項1記載の内磁形モータのロータ構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内磁形モータのロータ構造に関し、特にそのカシメの加工位置を限定したロータ構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、内磁形モータのロータ積層電磁鋼板締結方法は、図4、図5に示すようになっている。図4は従来における4極、センタブリッジ有りの場合のロータコア構造、図5は従来における6極、センタブリッジ無しの場合のロータコア構造を示すもので、1は積層ロータコア、1aは磁石挿入穴、2は界磁永久磁石、3はカシメ部、5はブリッジ部である。この内磁形モータのロータは、円筒形状であり、電磁鋼板を積層してカシメ部3でかしたロータコア1内部に形成された磁石挿入穴1aに界磁永久磁石2を挿入した構造である。従来においては、電磁鋼板1枚1枚のばらけを防止するためのカシメ部3を、界磁永久磁石2の外側（図4の場合）又は外側と内側（図5の場合）に設定していた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが従来技術では、界磁永久磁石2の外側のコア中心部にカシメ加工を行った場合、プレス加工時の加工ひずみにより磁気特性劣化の履歴を受ける。無負荷時、つまり前記界磁永久磁石外部のコアを通る磁束が磁石磁束のみの場合、この部分の磁束分布は図6（a）に示すようになり、磁束密度は0.5～0.7 [T]であり、加工ひずみによる磁気特性の劣化があっても透磁率の低下はさほどのものではない。しかし、負荷時においては磁束分布は図6（b）に示すようになり、q軸方向の電機子反作用がある場

合、1.8～2.0 [T]の高磁束密度になり、著しく透磁率の低下がある。このためこの電機子反作用磁束を利用してリラクタンストルクを発生させる内磁形モータでは、発生トルクの低下につながるという問題があった。なお、図6中、4はステータである。そこで、本発明の目的は、負荷時においても、ロータコアのq軸磁束磁路の透磁率低下がなく、リラクタンストルクが大きくでき、ロータコアの締結効果はそのまま、モータ出力を向上させることにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するため、本発明は、電磁鋼板を積層してかしたロータコア内部に形成した磁石挿入穴に界磁永久磁石を挿入した内磁形モータのロータ構造において、積層電磁鋼板のカシメ部の位置をロータのq軸方向の電機子反作用に影響のない場所としたものである。この場合の実施の態様として、次の構造が挙げられる。

（1）前記磁石挿入穴を2分する磁極中心軸上にブリッジ部を設け、このブリッジ部に前記カシメ部を設ける。

（2）前記磁石挿入穴の両端にブリッジ部を設け、さらにロータの円周方向への磁束漏洩を防止するための抜き穴を設け、前記カシメ部を前記ブリッジ部と、磁束漏洩防止用抜き穴に接近した位置に設ける。

（3）前記ロータコアの磁石挿入穴下部のヨーク部分で、磁石挿入穴を2分する磁極中心軸上に、カシメ部を設けた積層電磁鋼板のカシメの位置をロータのq軸方向の電機子反作用に影響のない場所に施す。上記手段により、加工ひずみによる磁気特性劣化が、モータの出力特性上、磁気飽和を必要とするブリッジ部に生じること、で、次の作用を奏する。

（1）ロータコアの磁石上部の透磁率の低下を減少にする。

（2）ブリッジ部にカシメ部を設けることで、この部分の磁気特性（透磁率）を意図的に低下させ磁石の漏洩磁束を少なくすることで永久磁石投入量を低減できる。

（3）ブリッジ部のカシメ加工は、この部分の硬化作用も同時に引き起こし、耐遠心力強度を上げる。

## 【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、実施例を参照して説明する。図1（a）及び（b）は本発明の第1及び第2実施例を示すものであり、いずれも4極、センタブリッジ有りの場合を示している。これらの図において、1は積層ロータコア、1aは永久磁石挿入穴、2は界磁永久磁石、3はカシメ部である。また、磁石磁束の中心軸をd軸と称し、これと磁気的に直交する方向をq軸とする。負荷時、つまりq軸電流I<sub>q</sub>を流したとき、電機子反作用磁束Φ<sub>q</sub>が流れる。この磁路にかからないように、図1（a）の第1実施例では、カシメ部3を、ブリッジ部3に設け、図1（b）の第2実施例ではブリッジ部5の近辺（外側）に設けている。図2は

6極、センタブリッジ無しの場合である第3実施例を示すものであり、本例では、ロータコア締結作用を向上するために、ロータコア1の磁石内側で、d軸上に位置する部分に、カシメ部3を設けている。

【0006】図3は、内磁形モータの電流相差角—トルク特性を示すものである。Tmは磁石磁束による発生トルク、Trは、モータの電機子反作用磁束により生じるリラクタンストルク、そしてTは、磁石トルクTmとリラクタンストルクTrを足し合わせた内磁形モータのトルクである。前記電流相差角は、モータの誘起電圧ベクトルと電流ベクトルの位相差であり、+側は、誘起電圧ベクトルに対し、電流ベクトルが進んでいる場合であり、-側は、逆に遅れている場合である。リラクタンストルクTrは、磁石トルクTmに対して2倍の周期となっているので、合成トルクである内磁形モータトルクTも、電流相差角 $\gamma$ により変化し、すすみ角 $45^\circ$  近辺で最大点(最適制御点)となる。そして図3は、磁気歪みにおける透磁率の低下で、リラクタンストルクTrの低下が起きれば、電流相差角の進み側でモータトルクTも低下することを示している。

【0007】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、  
(1) 負荷時においても、ロータコアのq軸磁束磁路の

透磁率低下がなく、リラクタンストルクが大きくできるので、ロータコアの締結効果はそのまま、モータ出力を向上できる。

(2) ブリッジ部の硬化により、ロータコアの耐遠心力強度が向上し、従来以上の高速回転が可能になる。

(3) ブリッジ部の透磁率低下の効果により、高価な永久磁石の有効利用(磁石投入量の低減)ができ、モータのコストダウンができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1及び第2実施例を示すロータコア構造の平面図である。

【図2】 本発明の第3実施例を示すロータコア構造の平面図である。

【図3】 内磁形モータの発生トルク特性図である。

【図4】 従来におけるロータコア構造を示す平面図である。

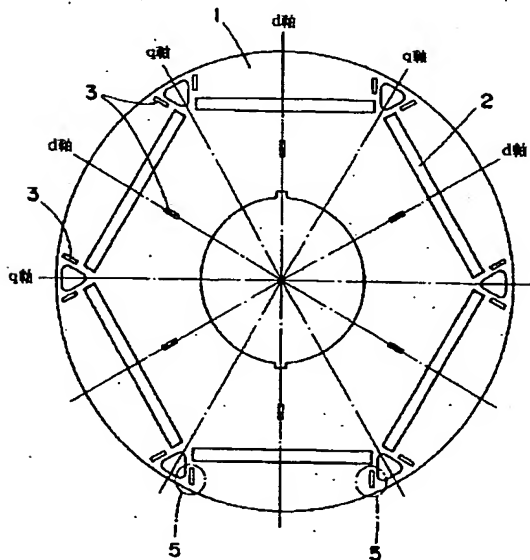
【図5】 従来におけるロータコア構造の他の例を示す平面図である。

【図6】 内磁形モータ磁界の解析図であり、(a)は無負荷時、(b)は負荷時を示すものである。

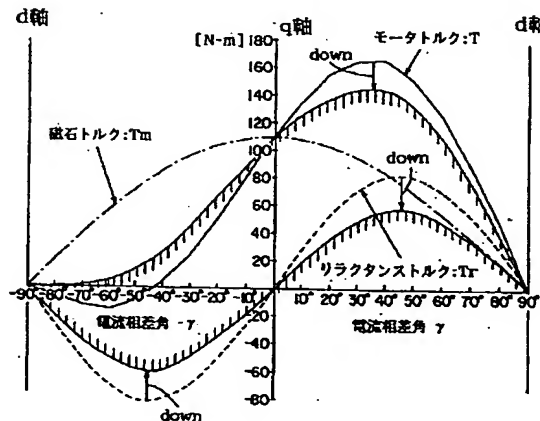
【符号の説明】

1 積層ロータコア、1a 磁石挿入穴、2 界磁永久磁石、3 カシメ部、4ステータ、5 ブリッジ部

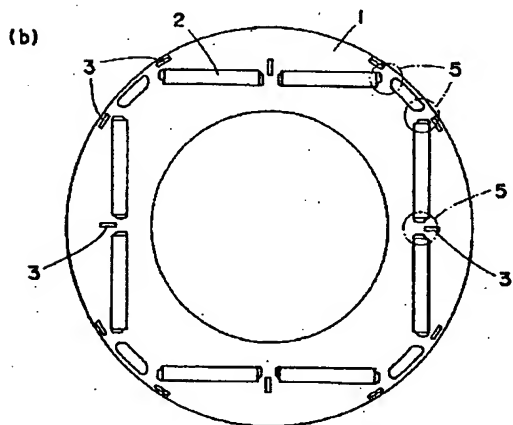
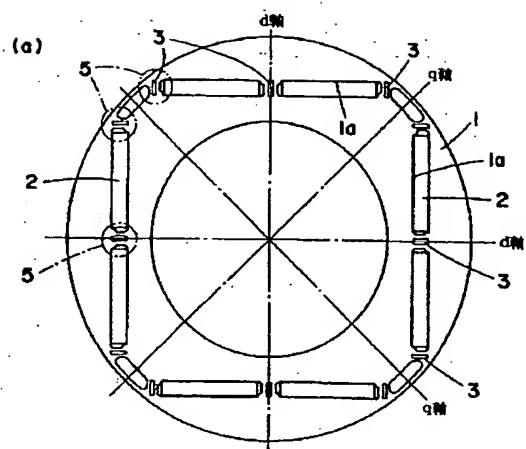
【図2】



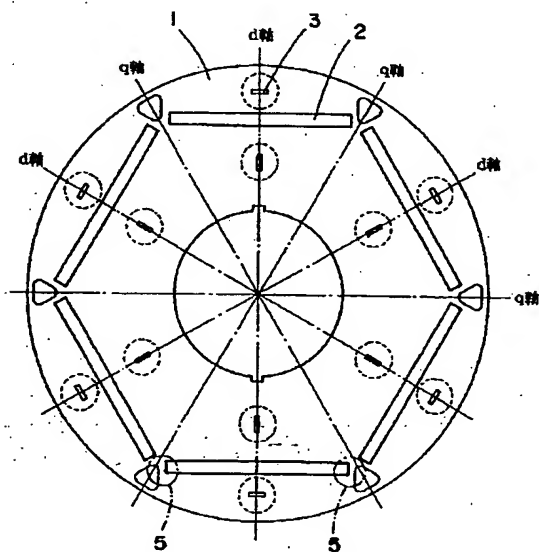
【図3】



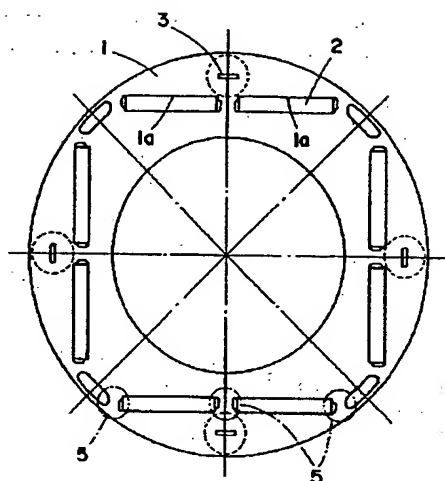
【図1】



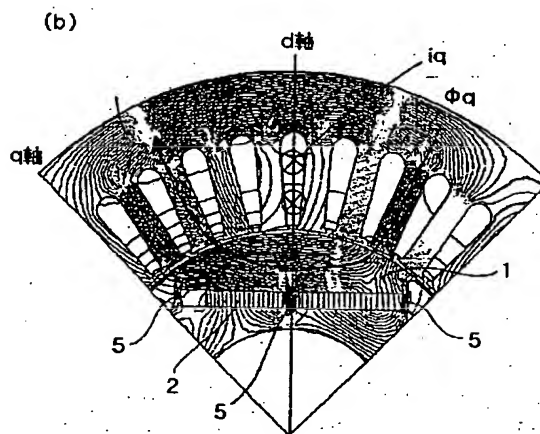
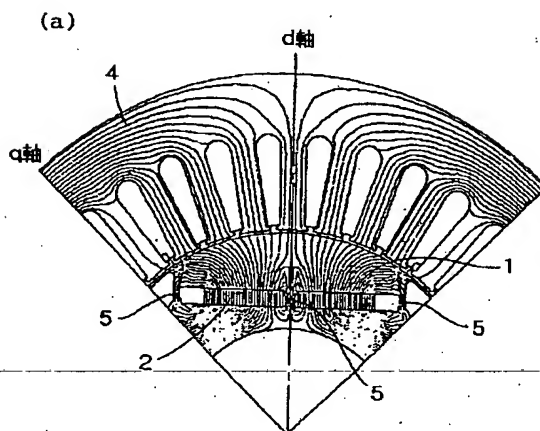
【図5】



【図4】



【図6】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication **11-206051**  
n number :

(43)Date of **30.07.1999**  
publication of  
application :

(51)Int.Cl.

**H02K 1/27**

**H02K 1/30**

**H02K 21/14**

(21)Applicati **10-003189**  
on number :

(71)Applicant **YASKAWA ELECTRIC CORP**

(22)Date of **09.01.1998**  
filing :

(72)Inventor : **MIYAMOTO TADAHIRO**  
**SATO AKIHIDE**

## (54) ROTOR STRUCTURE OF INTERNAL MAGNETIC MOTOR



luctance torque large, without lowering the  
of rotor core, even under a loading conditions, and to  
stening effect of the rotor core as it is.

**SOLUTION:** In a rotor structure of an internal magnetic motor, in which a field permanent magnet 2 is inserted to a magnet inserting hole 1a formed at the inside of a rotor core 1 which is formed by laminating electromagnetic plates and then caulking them, the position of caulking part 3 of the laminated electromagnetic steel plate is located at an area which does not affect the repulsive operation of armature in the q-axis direction of the rotor. A bridge 5 is provided on the magnetic pole center axis dividing the magnet inserting hole 1a into two sections, and the caulking porting 3 is provided on the bridge 5. As a result, the reduction in the permeability of the upper part of magnet of rotor core can be set to a minute value and the magnetic characteristic (permeability) of this part can be reduced deliberately by providing the caulking

portion of the bridge and amount of permanent magnet to be reduced by reducing leakage magnetic flux of magnet.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] Especially this invention relates to the Rota structure which limited the processing position of the caulking about the Rota structure of an inner \*\* type motor.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the Rota laminating magnetic-steel-sheet conclusion method of an inner \*\* type motor is shown in drawing 4 and drawing 5 . In drawing 4 , the Rota core structure in four poles in the former and with a center bridge and drawing 5 show the Rota core structure without six poles in the former and a center bridge, and, for a laminating rotor core and 1a, as for a field permanent magnet and 3, a magnet insertion hole and 2 are [ 1 / the caulking section and 5 ] the bridge sections. Rota of this inner \*\* type motor is a cylindrical shape-like, and is the structure which inserted the field permanent magnet 2 in magnet insertion hole 1a formed in the rotor core 1 interior which carried out the laminating of the magnetic steel sheet, and was closed in the caulking section 3. In the former, the caulking section 3 for preventing one-sheet magnetic steel sheet [ one sheet ] \*\*\*\*\* was set up an outside (in the case of drawing 4 ) or an outside, and inside (in the case of drawing 5 ) the field permanent magnet 2.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the conventional technology, when caulking processing is performed to the core core of the outside of the field permanent magnet 2, the processing strain at the time of press working of sheet metal receives the history of magnetic-properties degradation. only in the case of magnet magnetic flux, the magnetic flux which passes

along the core of the time of a no-load, i.e., the aforementioned field permanent magnet exterior, comes to show the magnetic-flux distribution of this portion to drawing 6 (a), flux density is 0.5-0.7 [T], and even if there is degradation of the magnetic properties by processing strain, the decline in permeability is not \*\* so much. However, at the time of a load, when it comes to be shown at drawing 6 (b) and there is armature reaction of q shaft orientations, a magnetic-flux distribution becomes the high flux density of 1.8-2.0 [T], and there is decline in permeability remarkably. For this reason, by the inner \*\* type motor made to generate reluctance torque using this armature reaction magnetic flux, there was a problem of leading to the fall of generating torque. In addition, four are a stator among drawing 6. Then, the purpose of this invention does not have the permeability fall of q shaft magnetic-flux magnetic path of a rotor core at the time of a load, and reluctance torque is made greatly, and the conclusion effect of a rotor core remains as it is, and it is in raising a motor output.

[0004]

[Means for Solving the Problem] in order to solve the above-mentioned problem -- this invention -- a magnetic steel sheet -- a laminating -- carrying out -- let the position of the caulking section of a laminating magnetic steel sheet be the place which does not have influence in the armature reaction of q shaft orientations of Rota in the Rota structure of the inner \*\* type motor which inserted the field permanent magnet in the magnet-insertion hole formed in the closed Rota incore section. The following structure is mentioned as a mode of operation in this case.

- (1) Prepare the bridge section on the magnetic pole medial axis which carries out the aforementioned magnet insertion hole for 2 minutes, and prepare the aforementioned caulking section in this bridge section.
- (2) Prepare the bridge section in the ends of the aforementioned magnet insertion hole, extract for preventing the magnetic-flux disclosure to the circumferencial direction of Rota further, prepare a hole, and prepare the aforementioned caulking section in the aforementioned bridge section and the position close to the omission hole for magnetic-flux disclosure prevention.
- (3) Give the position of caulking of the laminating magnetic steel sheet which prepared the caulking section on the magnetic pole medial axis which carries out a magnet insertion hole for 2 minutes in the yoke portion of the magnet insertion hole lower part of the aforementioned rotor

core to the place which does not have influence in the armature reaction of  $q$  shaft orientations of Rota. By the above-mentioned means, magnetic-properties degradation by processing strain does the next operation so on the output characteristics of a motor by being generated in the bridge section which needs magnetic saturation.

- (1) Make very small decline in the permeability of the magnet upper part of a rotor core.
- (2) A permanent magnet input can be reduced by reducing the magnetic properties (permeability) of this portion intentionally, and lessening magnetic magnetic leakage flux by preparing the caulking section in the bridge section.
- (3) Also cause a hardening operation of this portion simultaneously and caulking processing of the bridge section raises centrifugal-force-proof intensity for it.

[0005]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the form of operation of this invention is explained with reference to an example. Drawing 1 (a) and (b) show the 1st and 2nd examples of this invention, and all show the case four poles and with a center bridge. For 1, in these drawings, a laminating rotor core and 1a of a permanent magnet insertion hole and 2 are [ a field permanent magnet and 3 ] the caulking sections. Moreover, the medial axis of magnet magnetic flux is called  $d$  shaft, and  $q$  shaft is set as the direction which intersects perpendicularly with this magnetically. When it passes at the time  $I_q$  of a load, i.e.,  $q$  shaft current, armature reaction magnetic-flux  $\phi_{iq}$  flows. In the 1st example of drawing 1 (a), the caulking section 3 was formed in the bridge section 3, and it has prepared near the bridge section 5 (outside) in the 2nd example of drawing 1 (b) so that this magnetic path may not be started. Drawing 2 shows the 3rd example which is a case without six poles and a center bridge, in this example, in order to improve a rotor core conclusion operation, is the magnet inside of the rotor core 1, and has formed the caulking section 3 in the portion located on  $d$  shaft.

[0006] Drawing 3 shows the current \*\*\*\*\*-torque characteristic of an inner \*\* type motor. The reluctance torque from which  $T_m$  produces the generating torque by magnet magnetic flux and  $T_r$  by the armature reaction magnetic flux of a motor, and  $T$  are the torque of the inner \*\* type motor which added the magnet torque  $T_m$  and the reluctance torque  $T_r$ . The aforementioned current \*\*\*\*\* is the phase contrast of the induced-voltage vector of a motor, and a current

phasor, + side is the case where the current phasor is progressing to the induced-voltage vector, and - side is the case of being conversely behind. Since the reluctance torque  $T_r$  serves as a period of double precision to the magnet torque  $T_m$ , it changes with current  $\gamma$ , and the inner \*\* type motor torque  $T$  which is synthetic torque progresses, and serves as the maximum point (point controlling optimally) at nearly 45 degrees of angles. And drawing 3 is decline in the permeability in a magnetostriction, and if the fall of the reluctance torque  $T_r$  occurs, it shows that the motor torque  $T$  falls by the advancing side of current  $\gamma$ .

[0007]

[Effect of the Invention] Since according to this invention there is no permeability fall of  $q$  shaft magnetic-flux magnetic path of a rotor core at the time of (1) load and reluctance torque is greatly made as stated above, the conclusion effect of a rotor core remains as it is, and can improve a motor output.

(2) By hardening of the bridge section, the centrifugal-force-proof intensity of a rotor core improves, and the high-speed rotation more than before is attained.

(3) According to the effect of a permeability fall of the bridge section, a deployment (reduction of a magnet input) of an expensive permanent magnet can be performed, and the cost cut of a motor can be performed.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] a magnetic steel sheet -- a laminating -- carrying out -- the Rota structure of the inner \*\* type motor characterized by making the position of the caulking section of a laminating magnetic steel sheet into the place which does not have influence in the armature reaction of  $q$  shaft orientations of Rota in the Rota structure of the inner \*\* type motor which inserted the field

permanent magnet in the magnet insertion hole formed in the closed Rota incore section

[Claim 2] Rota structure of the inner \*\* type motor according to claim 1 characterized by having prepared the bridge section on the magnetic pole medial axis which carries out the aforementioned magnet insertion hole for 2 minutes, and preparing the aforementioned caulking section in this bridge section.

[Claim 3] Rota structure of the inner \*\* type motor according to claim 1 characterized by having prepared the bridge section in the ends of the aforementioned magnet insertion hole, having extracted for preventing the magnetic-flux disclosure to the circumferencial direction of Rota further, having prepared the hole, and preparing the aforementioned caulking section in the aforementioned bridge section and the position close to the omission hole for magnetic-flux disclosure prevention.

[Claim 4] Rota structure of the inner \*\* type motor according to claim 1 characterized by preparing the caulking section on the magnetic pole medial axis which carries out a magnet insertion hole for 2 minutes in the yoke portion of the magnet insertion hole lower part of the aforementioned rotor core.

---